

資料

東南アジア諸国における河川水質管理のための人的資源の評価及び育成法

井口 潔

(水質環境部, 現企画調整部)

Technical Paper

Evaluation and Development of Human Resources for River Water Quality Management in Several South-East Asian Countries

Kiyoshi IGUCHI

(Water Quality Division, present Planning and Coordination Division)

キーワード：河川, 水質管理, 東南アジア, 人材育成, 国際協力

1. はじめに

近年東南アジア諸国は急速な経済発展を遂げているが同時に深刻な環境問題に直面しており、人口の急速な増加と都市への流入がこれに拍車をかけている。この問題を克服するため、これら諸国においては人材育成が重要な課題となってきている。

1992年6月にブラジルで開催された国連環境開発会議、1993年11月に成立した環境基本法等を契機に、環境保全の国際協力・国際貢献に関する人々の関心も高まってきている。1993年1月に本県が定めた「アジェンダ21かながわ」においても「環境分野における国際協力の推進」を基本方向の一つに掲げており、地方自治体、民間企業、NGO等で研修生の受け入れ、専門家派遣等環境国際協力の様々な活動が行われている。

世界のGNPの1%にも及ぶ神奈川の経済活動は、地球環境へも大きな負荷を与えており、先駆的な環境政策の展開、産業型公害への取り組み経験、環境保全に関する技術や人材等の恵まれた能力と神奈川の先進性を活かした国際協力の必要性¹⁾が指摘されている。

そこで、筆者が体験した若干の例を紹介し、今後の環境国際協力がより有効適切なものとなるよう、そのあり方等について考えてみることにする。ここで紹介する例

は、1992年から3年間、日本水環境学会(JSWE)の国連環境計画(UNEP)プロジェクト「アジア諸国における河川水質管理のための人材養成の評価と促進」に参加²⁻³⁾したものを主な例とし、国際協力経験者等との意見交換、当所受け入れ研修生の意見等を加味したものとする。

しかし、ここでの見解は、上記活動を通してのものではあるが、私的見解であって、JSWEや当所の公式見解ではないことを付記しておく。

2. JSWEのUNEPプロジェクトの概要

このプロジェクトの目的は、短期的にはアジア地域における河川水質管理の人材育成を行い、長期的にはアジア・太平洋地域の河川水質を改善させることである。

このため構成は、途上国のマレーシア、タイ、フィリピン、先進国の日本、韓国、シンガポール及びオブザーバーのインドネシアの各国政府代表、UNEP、UNEPアジア・太平洋地域事務所、途上国の水質状況を調査解析する3国のコンサルタント、並びにJSWEからなっている。対象国を図1に示す。

河川水質管理に限らず環境問題の解決には、政策の企画立案及び方針決定、適正技術、設備、運営資金、人的資源等が必要であるが、ここでは人的資源に絞っている。

しかし、実際に人材育成を行うのではなく、①途上国の水質汚濁の現状と対策の把握及び診断、②河川水質に必要な人材（資質と人数）の算出方法、③その人材育成の方法、等をまとめたマニュアル⁴⁻⁶⁾を作成し、水質管理のための人材育成計画の立案・実施の参考としてもらおうとするものである。マニュアルの作成手順を図2に示す。

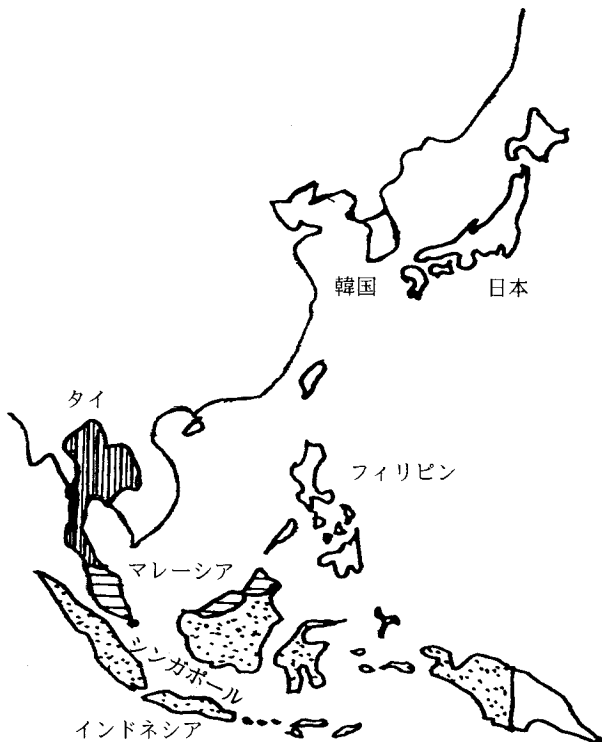


図1 JSWE/UNEPプロジェクトの対象国

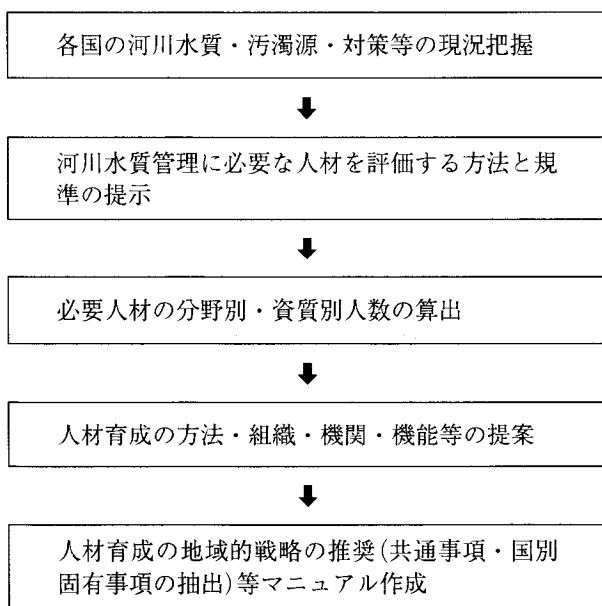


図2 マニュアル作成の手順

3. 東南アジア諸国の水質保全

3.1 マレーシア

マレーシアはマレー半島とボルネオ島のサラワク及びサバからなり(図3 a~3 c)、赤道のほぼ直下の北緯2°~7°に位置している。人口は約1,800万人であるが、国土の4/5が熱帯雨林地帯である。モンスーンが年に2期あって、10~3月が北東モンスーン期で多雨、5~9月が南西モンスーン期で前者より降雨は少ない。

主な河川は87水系あり、最近になって555地点でモニタリングが実施された。1990年と1991年のBOD等と比較すると、若干汚濁が進行している。水質基準との対比では、87河川中6河川がひどい汚濁、44河川が若干汚濁、37河川がきれいだと評価されている。汚濁の主要原因は適正

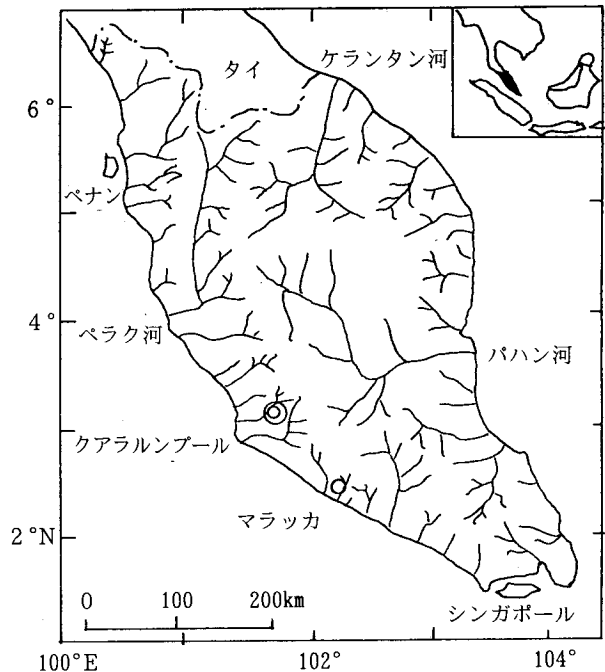


図3a マレーシア(マレー半島)

技術及び財源が共がないことに伴う人間及び動物（主に豚）の排泄物の部分処理又は未処理排水であり、多くの都市がこれら河川の氾濫域にあるという地理的要因が関係している。

土壌浸食及び河川シルトの影響により、69河川でSS汚濁がひどい状態になっている。西部マレーシアの工業地帯では、水銀、鉛等の重金属汚濁も観測されているが、カドミウム、砒素の汚染はない。

1985~1995年の10年間に製造業生産高が3倍増することが確実視されており、これは、2020年には工業国を目指す、とした工業基本計画の成果と受け取られている。

1974年に基本法である環境質法が制定され、15の関連規制法(うち水関連は8法)も制定されている。こうした

工場排水に対する政府の規制策が農業関連工業及び製造工業由来の汚濁を制御してきており、1991年には両部門からのBODは37ton/d(8%)だけで、動物廃棄物が65ton/d(13%)、下水道が385ton/d(79%)となっている。

サラワク河の固形廃棄物汚濁は、岸沿いに住む人々の乱雑なゴミ捨てにも起因して、近年極限状態に達している。

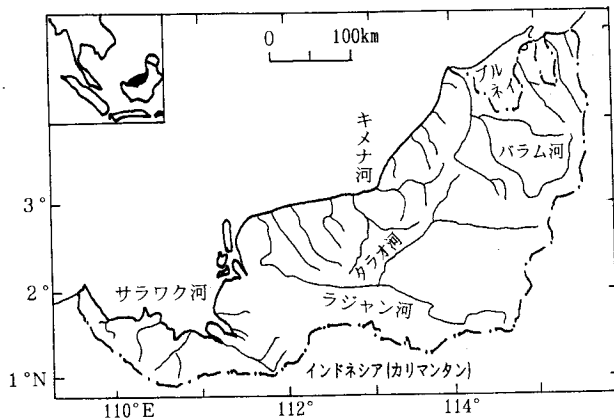


図3b マレーシア(ボルネオ島サラワク)

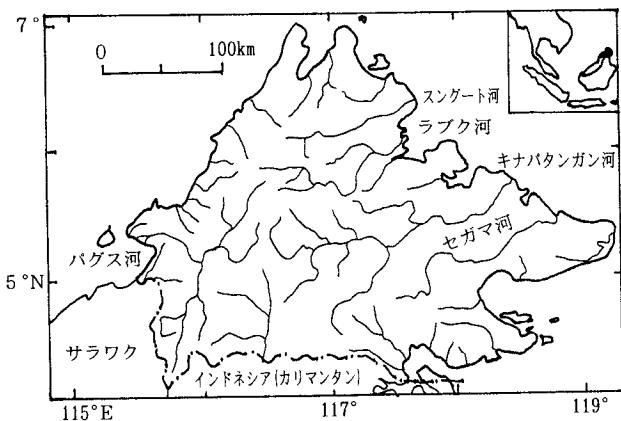


図3c マレーシア(ボルネオ島サバ)

3.2 タイ

タイの人口は約5,700万人で、およそ20%が都市居住者でバンコック首都圏(BMA)には560万人が住んでいる。錫の生産高は世界1位である。

BMAのある中央平原をチャオプラヤ河等主要4河川が流れている。主な河川水系を図4に示す。これら地域はこの20年間に、工業及び農業関連工業が顕著に発達し、それに伴って都市化も急速に進行している。

河川水質モニタリングは1981年から実施されており、その結果は全国的な水質悪化の傾向を示し、特にBMAの河口域でこの傾向が顕著であった。このような水質悪化の状況は、極限状態の地域もあり、緊急対策が必要と

なっている。

汚濁源は住宅、工業及び農業で、特にタイの工業都市における急速な人口増は水の消費と居住区からの未処理廃水の排出をもたらした。工業、コミュニティからの総汚濁負荷の73%が家庭排水となっている。

水質規制の面では病院、高層ビルを特に重視しているのが特徴であるものの、基準適合が希な状態である。また、コミプラや公共下水道に対しては規制基準がない。

1992年のBMAでは、100万m³と算出される未処理廃水がチャオプラヤ河に日毎排出され、同地域のほとんどの運河では巨大な青空下水場と化し、嫌気反応が起き、色は黒ずみ、下水臭を放っている。

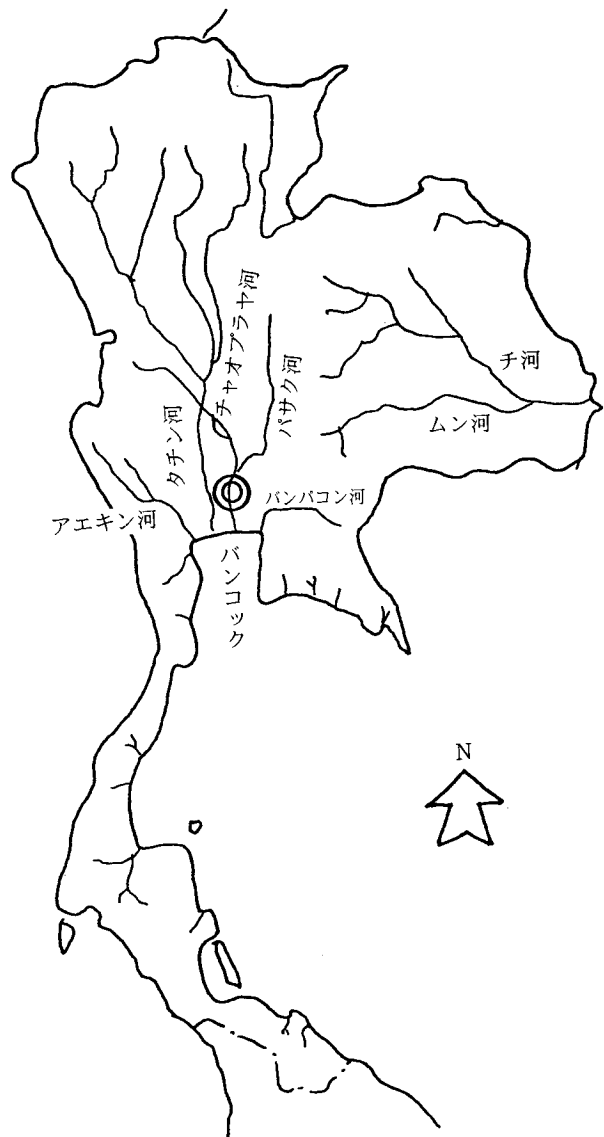


図4 タイにおける主要河川水系図

年率4.17%で工場数が増加しており、その半分以上がBMAに集中しているため、この河の有機汚濁負荷の25%、有毒有害物質の95%が工業由来と算出されている。

3.3 フィリピン

フィリピンには東西1,100km、南北1,850kmの範囲に7,100以上の島々があり、首都マニラのあるルソン島群、セブ市のあるビザヤ島群及びダバオ市のあるミンダナオ島群の3島群からなっている(図5)。

人口は約6,400万人で、マニラ首都圏に約800万人が居住していて、人口密度が12,500人/km²と超過密状態となっている。

国内に15,000の製造工場があり、このうち1/3が大工場、また、60%がマニラ首都圏に所在している。国内人口の約半分が都市域に集中し、都市域人口は増加の一途をたどっている。

流域面積40km²以上の河川が421あり、そのうち18が流域面積1,400km²以上の主要河川である。マニラ首都圏の3河川は、一部上流域を除き生物学的に死の川となっている。同様のことがセブ都市圏、ダバオ都市圏でも起きており、人口と工業が直接関係している。特に乾季には、川が直接下水道化してくる状態である。

1991年のモニタリング結果をみると、マニラ首都圏では乾季におけるDOが0mg/l、BODが120mg/lの地点がほとんどであった。この傾向は1980年以来見られる現象で、世銀の調査結果でも主に人間の廃棄物が原因となっており、ウイルス及び病原菌の危険に曝されていると指摘している。

汚濁源は工業及び住宅で、マニラ首都圏を例にすると、

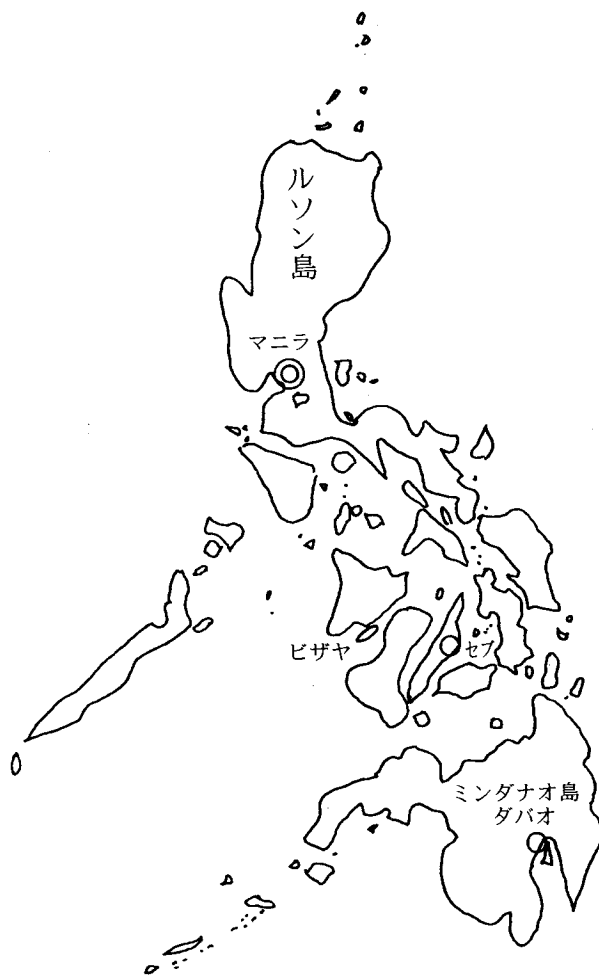


図5 フィリピン

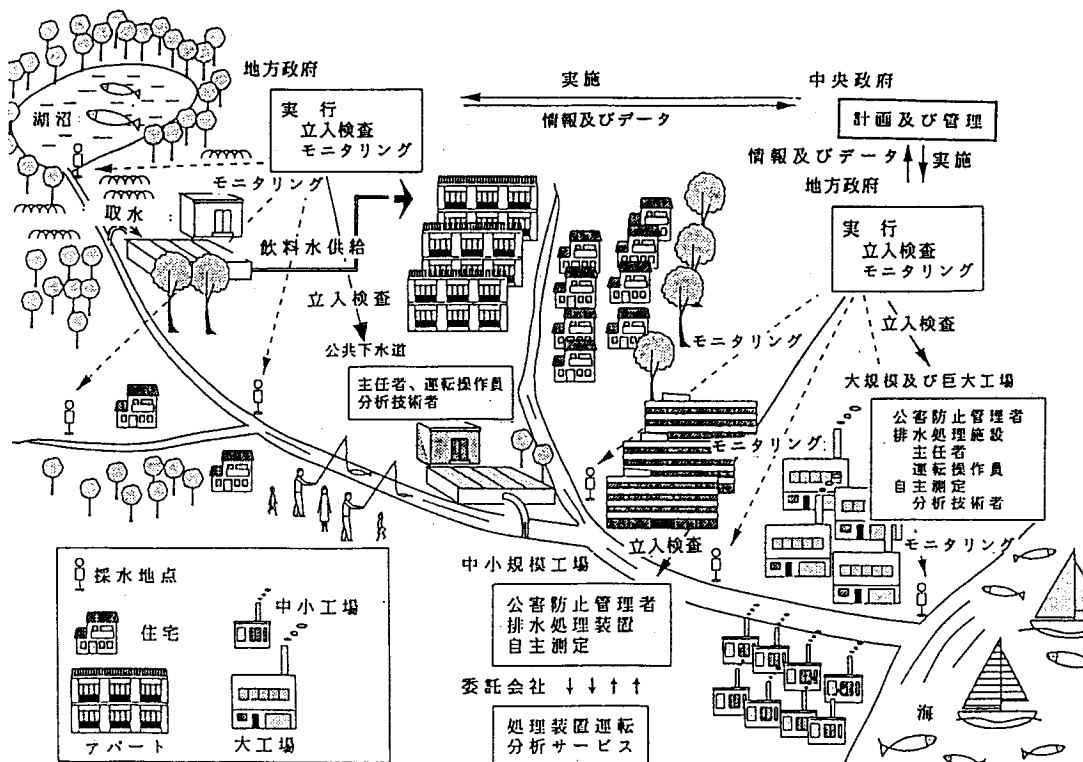


図6 河川水質管理の役割分担

38%が工場排水、40%が家庭排水、残りの22%が降雨流出となっている。

4. 必要人材算出の規準

東南アジア諸国のうち途上国3ヶ国を例にその河川水質の現状等をみると、深刻な環境問題に直面していることがよく理解できる。これを解決するための諸対策を提言することは可能であるが、いずれも抜本的対策となり、多額の財源を必要とする。このため、早期の実現には相当の困難を伴う。こうしたことから、有効な河川水質管理を行う上で現在可能なことから着手することを前提として検討した。

河川水質管理に必要な諸対策のうち特に重要なものとして、河川水及び工場排水のモニタリングと工場及び公共下水道の処理施設の運転及び維持管理が挙げられる。これらの諸対策を担う役割は図6に示すように中央・地方政府及び民間企業等が分担することになるが、必要人材については地理的、社会的、技術的、経済的要因等が複雑に関係してくるため、一概には表せない。

ここでは、これらのことを考慮した上で、各国共通にそれぞれの対策に必要な人材を算出する規準を提示した。例えば、河川水系の利水目的別、工場の規模別、種類別にモニタリングの頻度、その項目、分析に要する日数等の規準を提示し、必要人材の資質別人数を算出することとした。河川水質モニタリングの頻度と項目についての規準例を表1に示す。また、工場が処理施設の運転及び維持管理上必要な排水モニタリングの頻度と項目の規準例を表2に示す。この場合、処理行程別に3ヶ所で1日3回試料採取し、分析を行うこととして、人材の専門性、資質別に提示された従事日数等の規準から必要人数を算出することとした。

このような一連の規準によって算出された人数と実在数との差が、今後の人材育成に必要な数となるが、産業、教育等の将来見通しによって補正されることとなろう。

表1 河川水質モニタリングの頻度と項目の規準例

採水地点 項目群*	非汚染水域	主取水地点	主汚染源の下流域	河口域
基本項目	月1回	月1回	月1回	月1回
微生物項目	—	月1回	—	—
化学項目	—	年1回	年1回	—
重金属項目	—	年1回	年1回	—
流量計測	月1回	月1回	月1回	月1回

*：項目群内の各項目

項目群	項目名
基本項目：現地	pH、EC、DO、水温、色、透明度
基本項目：ラボ	BOD、COD、NH ₄ -N、全蒸発残留物
微生物項目	一般細菌、大腸菌群数
化学項目	PCB、DDT、BHC、他有機塩素化合物
重金属項目	Mg、Cd、As、Cu、Cr、(CN)

5. 各国の必要人材算出のケーススタディ

5.1 フィリピンのケーススタディ

フィリピンにおける必要人材の算出結果の一部を、表3a～3cに示す。中央政府、地方政府及び工業界に分けて算出されているが、工業界の実在数が把握されていないため、必要数の70%が充足されていると仮定している。また、資質別ではなく全体数で示されているが、この点は政府職員の場合も同様である。

フィリピンにおける最大の特徴は、地方政府に全く人員が配置されていないことで、日本の場合と根本的に異

表2 工場排水モニタリングの頻度と項目の規準例

項目群 ^{*1}	工場の規模	小規模 <50m ³ /d	中規模 51～500m ³ /d	大規模 501～5000m ³ /d	巨大規模 >5001m ³ /d
	排水の種類				
基本項目	有機物系 ^{*2}	—	月1回	月1回	週1回
	重金属系 ^{*3}	季1回	月1回	週1回	週1回
微生物項目	有機物系 ^{*2}	—	月1回	月1回	月1回
	重金属系 ^{*3}	—	—	月1回	月1回
化学項目	有機物系 ^{*2}	年1回	半年1回	月1回	月1回
	重金属系 ^{*3}	季1回	月1回	週1回	週1回
重金属項目	有機物系 ^{*2}	年1回	半年1回	月1回	月1回
	重金属系 ^{*3}	月1回	月1回	週1回	週1回
流量計測	有機物系 ^{*2}	—	半年1回	月1回	日1回
	重金属系 ^{*3}	季1回	月1回	週1回	日1回

*1:項目群内の各項目は、表1に同じ *2:容易に処理可能な有機物系排水 *3:有害な化学物質を含む排水は、この規準例を適用

表3 フィリピンにおける必要人材の算出結果

a 中央政府

必要人材	必要数	実在数	不足数
管理者	18		
分析等科学者	72		
分析等補助員	68		
立入検査員	28		
立入運転員	28		
合計	214	262*	-48

*：諸政策立案、法令改正、関係省庁との調整等の人材を含む

b 地方政府

必要人材	必要数	実在数	不足数
処理施設管理者	28		
処理施設運転員	168		
分析等科学者	56		
分析等補助員	56		
合計	308	0	308

c 工業界

必要人材	必要数	実在数	不足数
研究所管理者	474		
分析等科学者	3,157		
分析等補助員	3,075		
処理施設管理者	9,238		
処理施設運転員	21,825		
コンサルタント	92		
合計	37,861	26,503*	11,358

*：必要数の70%が充足されていると仮定

なっている。現在のところ、各地に所在している政府の各省庁等の試験研究機関を代替機関に指定し、河川水質モニタリング等を実施している。

なお、中央政府の実在数は、政策立案、法令改正、関係省庁との調整等の人材を含んだものである。

5.2 タイにおけるケーススタディ

タイにおける必要人材の算出結果の一部を図7に示す。タイにおいては、各種教育機関が送り出す卒業生の数、工業化の発展予測等を加味して、将来的な需給状況が予測されている。

タイにおける特徴は、初級及び中級補助員の人材不足が顕著なことである。

なお、環境科学者(Environmental Scientist)と環境工学者(Environmental Engineer)の相違については、詳細不明である。

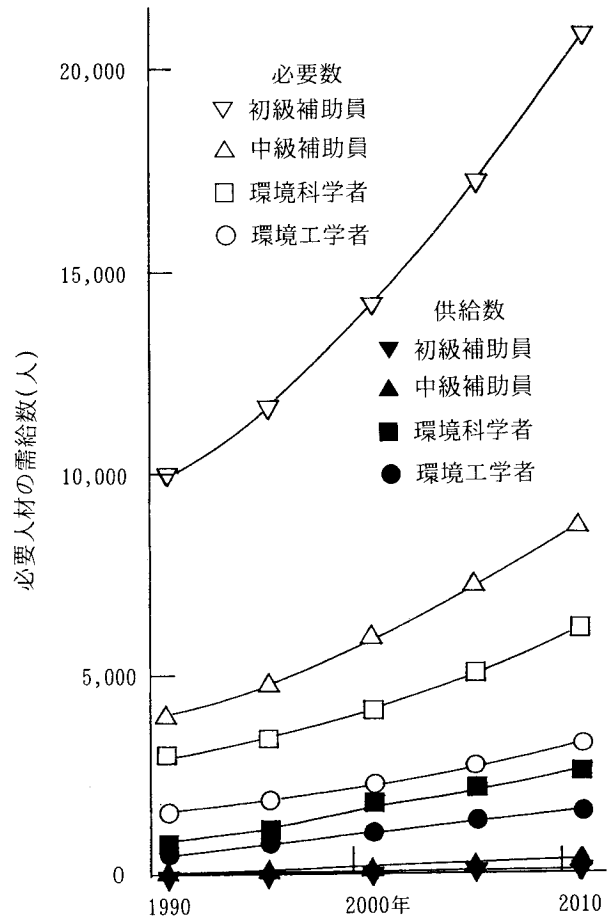


図7 タイにおける必要人材の需給状況

5.3 日本(神奈川県)のケーススタディ

日本におけるケーススタディは、神奈川県を例⁷⁻⁸⁾として実施された。

この場合、河川水質モニタリングは水質汚濁防止法第16条に基づく水質測定計画の調査のみを対象とし、工場排水モニタリング並びに工場及び公共下水道の処理施設の運転及び維持管理は同法の規制対象事業場のみを対象として、必要人材の算出を実施した。このため、地方政府職員の実在数は、神奈川県及び政令5市(横浜市、川崎市、横須賀市、藤沢市及び相模原市)を対象とした。

表4 神奈川県内の河川水質モニタリング、工場立入検査及び排水分析用の地方政府職員の必要数及び実在数

必要人材	必要数	実在数
河川水質モニタリング分析用の化学者	30	0 ¹⁾
立入検査員	30	46 ²⁾
排水分析用の化学者	60	66 ³⁾

¹⁾：ほぼ全面的に民間委託で実施 ²⁾：湖沼、海域も含め、各種施策立案等も併せて実施 ³⁾：湖沼、海域も含め、各種調査研究も併せて実施

表5 神奈川県内の排水処理関係用人材の必要数と実在数

(必要数－実在数＝不足数)

上段：管理監督者層 下段：運転操作員層

工場の規模		小規模 <50m ³ /d	中規模 51～500m ³ /d	大規模 501～5,000m ³ /d	巨大規模 >5,001m ³ /d	総計
工場	有機物系 ¹	7,535-4,215=3,320 8,069-4,215=3,854	1,369-1,122= 247 1,556-1,377= 179	335- 568= -233 1,005- 924= 81	23- 51= -28 129- 111= 18	9,262-5,956=3,306 10,759-6,627=4,132
	重金属系 ²	681- 418= 263 773- 412= 361	189- 153= 36 568- 219= 349	171- 253= -81 908- 411= 497	115- 93= 22 451- 200= 251	1,156- 917= 239 2,700-1,242=1,458
下水道	有機物系 ³		2- 2= 0 3- 1= 2	9- 15= -6 26- 24= 2		11- 17= -6 29- 25= 4
	重金属系 ⁴		1- 1= 0 4- 1= 3	1- 2= -1 7- 3= 4	109- 88= 21 425- 188= 237	111- 17= 20 436- 192= 244
総計		8,216-4,636=3,586 8,842-4,627=4,215	1,561-1,278= 283 2,131-1,598= 533	516- 838= 322 1,946-1,362= 584	247- 232= 15 1,005- 499= 506	10,540-6,981=3,559 13,924-8,086=5,838

*1、*2：表2と同じ *3：し尿処理場 *4：公共下水道

表1及び2に示した規準等を用いて算出された河川水質モニタリング、工場立入検査及び排水分析に必要な地方府職員の数と実在数を表4に示す。

ここで、河川水質モニタリング用の実在数が0となっているのは、水質測定計画の試料採取及び分析が84地点中81地点について民間委託によって実施されていて、実在数が1に満たなかったためである。

立入検査員の実在数は、行政サイドに配置されている関係職員を示したが、彼らは発生源及び河川水質管理以外の各種施策立案等の業務も併せて行っている。

工場立入検査で採水された工場排水は、研究機関職員によって分析される。この欄の実在数は水質関係職員を示したが、彼らはこの業務以外の各種の調査研究業務も併せて行っている。

一方、排水処理関係の人材として、工場及び公共下水道の処理施設の運転、維持管理並びに排水及び処理工程の水質分析のための人材の必要数及び実在数を資質別に分けて表5に示す。

ここでは、過去に実在数の調査が行われていないため、当所、平塚市及び秦野市の工場立入担当職員を対象にアンケート調査及び聞き取り調査を行った結果を基に、工場の規模別、排水の種類別に1工場当たりの従事職員の原単位を作成し、対象工場数に乗じて算出した数を、実在数とした。

このケーススタディの結果によれば、神奈川県内では排水処理関係の人材、特に管理監督者レベルではなく担当者レベルの不足数がかかなりあることになるが、以下の理由であまり深刻ではないと考えられる。

(1) 排水処理施設の規模別、種類別に提示された必要人

材算出用の規準は、途上国等を考慮して相当多めにできている。特に、小規模及び中規模工場用の規準が顕著である。

しかし、従業員が3～5人程度の小規模工場では、社長自らが排水処理施設の運転等を行っているケースがままあることも事実である。

(2) 小規模から巨大規模工場に及ぶ大部分の排水処理施設が高度に電算制御され、省力化が進んでいる。

(3) 排水処理施設の運転、維持管理及び排水分析を専門に請け負っている民間企業が多数あるが、今回のケーススタディではこの点を考慮していない。

これは、県外の業者も多数あって算出する際に使用できる適切なデータがなかったことによる。

6. 人材育成上の問題点と育成方法

河川水質管理に必要な人材について各国が実施したケーススタディの結果、各国とも特に途上国において人材不足が顕著であることが浮き彫りになった。特に、タイの例で示したように、職業訓練校卒業程度の人材が極端に不足していた。

こうした不足人材を早急に育成する必要があるが、各国とも様々な問題点を抱えている。

人材育成に係る各国共通の問題点としては、①環境問題を扱う教育機関が少ないこと、②低賃金の政府機関への職定着度が低いこと、③教育訓練施設、指導者、資金がいずれも不足していること、④地方政府の人材及び調査研究機関が極端に不足していること等が挙げられる。

このため、人材育成方法はいずれもこれら問題点を克服する目的のものとなっており、①大学における学部、

コース等の新增設、カリキュラムの改善、②社会的地位向上、賃金増を含む魅力アップ策、③職業訓練校の講義プログラム、実習ガイド等の開発、指導者養成、施設の新増設、④タイ、インドネシア、中国に次ぐ東南アジア諸国を対象とした環境研究研修センターの建設、⑤地方のレベルアップ、等となっている。

これらの設備、専門技術者、運営資金等に関しても、各国が日本に対して強く要望している点である。

7. おわりに(今後の環境国際協力のあり方)

河川水質管理を例にして人材育成についての国際プロジェクトの検討結果を紹介してきた。その内容は環境全般に共通したものと考えられ、神奈川県や各市及び民間レベルでの環境国際協力のあり方を考えるヒントを与えている。

こうした取り組みの今後の方向として、軌道修正又は新企画すべきものとして、次の諸点が挙げられよう。

- (1) 小型、簡易な処理施設等相手国の実状に合った適正技術の研修、指導、移転。
- (2) 現実の問題を直接解決する個別具体的な知識・技術の研修、指導。
- (3) 人的交流の積極的促進と内部理解の改善。
- (4) 共同調査研究の推進。
- (5) 指導者の語学力アップ、特に東南アジア系現地英語の聞き取り及びディスカッションの中へ積極的に割り込む能力。
- (6) 情報ネットワークの強化、充実。

東南アジア諸国をはじめ地球全体の環境が健全に維持管理されていくことが、世界から恩恵を受けて生きている日本・神奈川にとって極めて大切なものであることを改めて認識し、地域からの地球環境保全と環境分野の国際貢献を具体化し、有効適切に推進すべき時期にきているものと考えられる。

8. 謝辞

日本(神奈川県)のケーススタディを実施するにあたり、ご協力を頂いた横浜市、川崎市、平塚市、秦野市、県水質保全課及び当所水質環境部の関係の方々に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 神奈川県環境審議会：今後の環境政策のあり方について(報告)(1995)
- 2) Kiyoshi IGUCHI：Country Report(Japan,Part II), First Steering Committee Meeting (Tokyo) of JSWE/UNEP(1992)
- 3) Kiyoshi IGUCHI：Country Report(Japan,Part II) (Revised), Workshop(Kuala Lumpur) of JSWE/UNEP(1993)
- 4) JSWE/UNEP：A Manual for the South-East Asian Countries, Assessment and Promotion of Human Resources for River Water Quality Management, Edited by Koichi FUJIE and JSWE(1995), (in press)
- 5) Koichi FUJIE：River Water Quality Management and Technology-Assessment and Promotion Human Resources in Asian Countries-, 5th IAWQ Asian Regional Conference(1995)
- 6) 原沢英夫：水環境学会における人づくりの国際協力, 水環境学会誌, 17, 760-765(1994)
- 7) Kiyoshi IGUCHI：An Introduction to National Qualification in Japan, Submitted to JSWE/UNEP Project(1994)
- 8) Kiyoshi IGUCHI：Case Studies in Estimation of Human Resources Requirement and Corresponding Criteria, Kanagawa in Japan, Submitted to JSWE/UNEP Project(1995)